

ISSN 2085-2916 e-ISSN 2337-3652
Tersedia daring <http://jai.ipb.ac.id>

J. Agron. Indonesia, Desember 2019, 47(3):262-267
DOI: <https://dx.doi.org/10.24831/jai.v47i3.26610>

Pertumbuhan dan Perkembangan Ubi Kayu Genotipe Lokal Manggu pada Panjang Setek Batang yang Berbeda

Growth and Development of Cassava Local Genotype “Manggu” at Different Lengths of Cuttings

Leni Siswati¹, Sintho Wahyuning Ardie¹, dan Nurul Khumaida^{1*}

¹Program Studi Pemuliaan dan Bioteknologi Tanaman, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor

²Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
(Bogor Agricultural University), Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

Diterima 3 Juli 2019/Disetujui 15 November 2019

ABSTRACT

Cassava plant is widely cultivated by Indonesian people. Research on the development of roots and tubers of cassava is still limited. The purpose of this study was to evaluate the effect of stem cut size on the root development system and tuber filling in the cassava local genotype “Manggu”. This study consisted of two experiments namely experiments in polybag and in the field. The study was conducted in the IPB experimental field at Cikabayan in December 2017-July 2018. The experiment used a randomized completely block design (RCBD) with two treatments and three replications, namely cuttings of 15 cm and 30 cm. Observation of basal roots, number of nodal roots, length of basal roots, length of nodal roots, number of tubers, number of leaves, plant diameter, and plant height were carried out destructively every week. The results showed that the root bulking process occurred in the nodal root and basal roots and it was observed since 5 WAP. The results showed a positive correlation between the total number of tubers and the number of tubers formed from nodal and basal roots, the number of basal roots, and the length of basal roots and it was negatively correlated with the number of leaves. The number of tubers from nodal roots is positively correlated with the number of basal root tubers while it is negatively correlated with the length of the nodal root. The development of roots into cassava tubers occurred since 5 WAP. Cutting size treatments significantly did not affect root development.

Keywords: basal root, nodal root, stem cutting, stem length

ABSTRAK

Ubi kayu merupakan tanaman yang banyak dibudidayakan masyarakat Indonesia. Penelitian mengenai perkembangan akar dan umbi ubi kayu masih belum banyak dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh ukuran setek batang terhadap sistem perkembangan akar dan pengisian umbi pada ubi kayu genotipe lokal Manggu. Penelitian ini terdiri atas dua percobaan yaitu percobaan di polibag dan di lahan. Penelitian dilakukan di kebun percobaan Cikabayan IPB pada bulan Desember 2017-Juli 2018. Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan 2 taraf perlakuan yaitu ukuran setek 15 cm dan 30 cm. Pengamatan jumlah akar basal, jumlah akar nodal, panjang akar basal, panjang akar nodal, jumlah umbi, jumlah daun, diameter tanaman, dan tinggi tanaman dilakukan secara destruktif setiap minggu. Hasil penelitian menunjukkan proses pengumbian terjadi pada akar nodal dan akar basal dan teramati sejak 5 MST. Hasil uji korelasi menunjukkan adanya korelasi positif antara jumlah total umbi dengan jumlah umbi yang terbentuk dari akar nodal dan akar basal, jumlah akar basal, panjang akar basal dan berkorelasi negatif dengan jumlah daun. Jumlah umbi dari akar nodal berkorelasi positif dengan jumlah umbi akar basal namun berkorelasi negatif dengan panjang akar nodal. Perkembangan akar menjadi umbi ubi kayu terjadi sejak 5 MST. Perlakuan ukuran setek menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap perkembangan akar.

Kata kunci: akar basal, akar nodal, panjang setek, setek batang

* Penulis untuk korespondensi. e-mail: nurul_khumaida@apps.ipb.ac.id

PENDAHULUAN

Ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz.) merupakan tanaman yang kaya akan karbohidrat dan dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan pangan, pakan, industri, bahkan energi. Ubi kayu merupakan tanaman yang sudah banyak dibudidayakan masyarakat Indonesia, namun kebutuhan ubi kayu di Indonesia masih belum tercukupi. Produksi nasional ubi kayu tahun 2016 adalah 20.26 juta ton (FAO, 2018) sedangkan konsumsi nasional ubi kayu sebesar 20.4 juta ton (Kementan, 2016). Badan Pusat Statistik (BPS, 2017) melaporkan bahwa impor ubi kayu dengan angka yang fluktuatif dari tahun 2011-2016. Indonesia melakukan impor ubi kayu sebanyak 12 530 ton atau sebesar US\$ 2.2 juta pada tahun 2016. Impor ubi kayu terutama dilakukan untuk memenuhi kebutuhan pati baik pada industri pangan maupun industri non-pangan (Li *et al.*, 2016). Karakter yang berpengaruh langsung terhadap kandungan pati suatu genotipe adalah bobot umbi (Subekti *et al.*, 2018).

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk peningkatan produksi ubi kayu adalah dengan menanam tanaman yang memiliki karakter pengumbian cepat. Menurut Chipeta *et al.* (2016) indeks panen, jumlah umbi, diameter umbi, panjang umbi merupakan kriteria-kriteria yang dapat dijadikan sebagai karakter seleksi untuk meningkatkan produktivitas ubi kayu. Jumlah umbi merupakan karakter yang berkorelasi positif dengan hasil panen (Suja *et al.*, 2010; Amarullah *et al.*, 2017). Astiko *et al.* (2018) melaporkan bahwa penggunaan setek batang dengan panjang 75 cm menghasilkan bibit yang berkualitas baik dibandingkan panjang 25 dan 50 cm pada tanaman kelor (*Moringa oleifera* Lam.) dan pada penelitian Belehu *et al.* (2004) pada setek ubi jalar didapatkan bahwa setek ubi jalar 3 buku menghasilkan jumlah tunas yang lebih banyak dari setek 1 buku. Semakin panjang setek batang suatu tanaman semakin banyak jumlah mata tunas sebagai calon tumbuhnya tunas. Hal ini mengindikasikan ukuran setek dapat mempengaruhi laju pengumbian.

Ubi kayu merupakan tanaman yang menyimpan cadangan makanan pada akar yang termodifikasi menjadi umbi. Perkembangan akar sangat penting bagi tanaman umbi akar seperti ubi kayu. Menurut Pardales *et al.* (1999) akar pada ubi kayu dibagi menjadi dua jenis, yaitu *adventitious roots* (akar adventif, berfungsi untuk menyerap air dan unsur hara mineral selama pertumbuhan serta sebagai bagian utama dalam pembentukan umbi) dan *lateral roots* (akar yang tumbuh pada *adventitious roots*, berfungsi untuk memperluas bidang penyerapan air dan unsur hara mineral). Menurut Chaweewan dan Taylor (2015), akar ubi kayu terbagi menjadi dua, yaitu akar basal (akar yang tumbuh di permukaan bawah setek dan akar nodal (akar yang tumbuh di mata tunas pada ruas batang). Berdasarkan penjelasan tersebut, dapat ditarik persamaan bahwa *adventitious root* dalam Pardales *et al.* (1999) adalah akar basal atau akar nodal menurut Chaweewan dan Taylor (2015). Hal ini menunjukkan ubi kayu memiliki jenis akar yang beragam dan masih belum banyak dipelajari. Perkembangan akar yang baik pada ubi kayu seperti jumlah dan panjang akar selama pertumbuhan dapat meningkatkan kemampuan

untuk menghasilkan hasil panen umbi yang tinggi (Pardales *et al.*, 1999).

Penanaman tanaman dapat dilakukan pada media dalam polibag maupun langsung pada lahan terbuka. Tanaman yang ditanam pada polibag akan memberikan kemudahan untuk pengamatan destruktif akar ubi kayu. Penyiraman tanaman pada polibag dapat diberikan secara manual 2 hari sekali sedangkan pada lahan terbuka penyiraman langsung dari air hujan. Hal ini diduga akan menghasilkan pertumbuhan yang berbeda. Sistem arsitektur akar seperti karakter panjang akar, jumlah akar basal dan nodal, jumlah akar lateral merupakan hal yang penting untuk dipelajari terutama pada genotipe lokal yang banyak dibudidayakan masyarakat diantaranya genotipe lokal Manggu. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh perlakuan ukuran setek batang ubi kayu terhadap pertumbuhan dan perkembangan akar serta fisiologi pengumbian pada ubi kayu genotipe lokal Manggu.

BAHAN DAN METODE

Penelitian terdiri atas dua percobaan yang terpisah. Percobaan 1 mempelajari pengaruh ukuran setek batang terhadap pertumbuhan tanaman yang dilaksanakan pada bulan Desember 2017 - Maret 2018 di Kebun Percobaan Cikabayan dan laboratorium mikroteknik di Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian IPB. Penanaman dilakukan di lahan dengan pengairan sistem tadah hujan. Percobaan 2 dilakukan pada bulan April - Juli 2018 pada lokasi yang sama, namun ditanam dalam polibag dengan penyiraman setiap 2 hari sekali. Polibag yang digunakan berukuran 60 cm x 60 cm dengan media tanam berupa tanah dan pupuk kandang 1:1 (v/v). Percobaan ini dilakukan pada ubi kayu genotipe lokal yaitu varietas Manggu. Percobaan disusun menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) satu faktor dengan 2 perlakuan yang terdiri atas panjang setek batang: 30 dan 15 cm. Masing-masing percobaan dilakukan dengan tiga ulangan sehingga terdapat 6 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdiri atas 36 tanaman di polibag dan 40 tanaman di lahan sebagai bahan pengamatan destruktif. Pengamatan dilakukan dengan pencabutan satu tanaman per ulangan setiap bulan pada percobaan 1 dan setiap minggu pada percobaan 2.

Penanaman kedua percobaan menggunakan jarak tanam 1 m x 1 m. Pemupukan dilakukan dengan memberikan pupuk SP-36 (100 kg ha⁻¹), urea (200 kg ha⁻¹), dan KCl (200 kg ha⁻¹). Pemeliharaan yang dilakukan meliputi pembumbunan, penyiangan gulma dan pengendalian hama dan penyakit.

Peubah yang diamati meliputi: tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, jumlah akar basal dan akar nodal, panjang akar basal dan akar nodal (cm), jumlah umbi dan peubah anatomi (lebar jaringan korteks akar, dan diameter stele akar) dilakukan pada irisan melintang akar menggunakan mikroskop cahaya. Hasil pengamatan dianalisis dengan uji ANOVA dan uji korelasi taraf 5%. Uji -t dua sampel taraf 5% dilakukan untuk membandingkan hasil pertumbuhan ubi kayu di lahan dan polibag.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakter Pertumbuhan Tanaman Ubi Kayu Genotipe Lokal Manggu

Hasil ANOVA (Tabel 1) menunjukkan peubah yang diamati pada percobaan di lahan dan di polibag menunjukkan hasil yang berbeda. Peubah diameter batang menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada percobaan di polibag dimana perlakuan ukuran setek 30 cm menyebabkan diameter batang lebih besar daripada ukuran setek 15 cm. Menurut Marleni (2010), pada bulan pertama (1 BST) pertumbuhan diameter dipengaruhi oleh persediaan makanan yang terdapat di dalam setek sehingga panjang setek berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tunas. Hasil uji-t (Tabel 2) pada percobaan di polibag menunjukkan bahwa diameter batang yang berbeda nyata. Percobaan di polibag menghasilkan diameter yang lebih besar daripada yang di lahan. Hal ini dapat diduga ketersediaan air pada polibag dimanfaatkan dengan efektif untuk kegiatan pertumbuhan karena air dalam polibag tidak mudah lolos ke bawah keluar dari kompleks perakaran. Uji-t hanya dilakukan pada karakter pertumbuhan. Karakter arsitektur akar yang ditanam di lahan sulit diamati karena akar cenderung mudah patah dan menyebar luas sehingga pengamatan sulit dilakukan.

Peubah jumlah daun menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada percobaan di lahan. Hasil ANOVA (Tabel 1) menunjukkan ukuran setek 30 cm menyebabkan jumlah daun lebih banyak daripada yang dari ukuran setek 15 cm. Hasil penelitian Idoko *et al.* (2017) menunjukkan bahwa penggunaan ukuran setek 40 cm memberikan pengaruh nyata jumlah daun lebih banyak daripada ukuran setek yang lebih pendek pada tanaman ubi jalar. Peubah jumlah daun pada percobaan di polibag menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Harmann *et al.* (2002) menjelaskan panjang

setek terkait dengan tersedianya bahan cadangan makanan. Semakin panjang setek semakin besar kesediaan bahan makanannya dan sebaliknya. Potensi cadangan makanan yang dimiliki masing-masing setek akan menentukan pertumbuhan dan perkembangan bibit. Semakin panjang setek batang, maka semakin baik pertumbuhan akar pada masing-masing tanaman tersebut. Hasil uji-t pada karakter jumlah daun dan tinggi tanaman menunjukkan tidak berbeda nyata antara lahan dan polibag. Hal ini diduga penyerapan air dan nutrisi baik pada tanaman di polibag maupun di lahan digunakan untuk pertumbuhan daun dan tinggi tanaman adalah sama.

Jumlah Akar Basal dan Nodal Ubi Kayu Genotipe Lokal Manggu

Menurut Chaweevan dan Taylor (2015), akar nodal adalah akar yang tumbuh dan berkembang dari jaringan bagian dalam batang, yaitu pada bagian xylem dan empulur, sedangkan akar basal adalah akar yang terinisiasi dari kambium batang. Hal lain yang dapat membedakan akar basal dan akar nodal adalah ketika dilakukan pengupasan terhadap kulit batang, akar basal cenderung menempel pada bagian bawah kulit batang sehingga pada saat kulit batang dikupas akar basal akan ikut terangkat, sedangkan akar nodal tetap menempel pada bagian permukaan batang.

Pertumbuhan akar basal dan akar nodal mulai teramati sejak 1 MST. Keragaan kedua akar terlihat sama secara morfologi. Akar yang masih baru terlihat berwarna putih, mengkilap, dan mudah patah, namun seiring pertumbuhannya akan tumbuh struktur seperti serat sehingga akar menjadi sulit untuk dipatahkan. Pada bagian akar basal dan nodal tumbuh akar sekunder yang disebut akar lateral. Akar-akar ini kemudian tumbuh menjadi biomassa akar pada tanaman ubi kayu. Sejumlah akar primer yang tumbuh di daerah basal

Tabel 1. Keragaan pertumbuhan ubi kayu genotipe lokal Manggu pada percobaan di lahan dan di polibag umur 12 MST

Panjang setek	Jumlah daun		Tinggi tanaman (cm)		Diameter batang (mm)	
	Polibag	Lahan	Polibag	Lahan	Polibag	Lahan
15 cm	61.7	40.6	97.9	80.4	19.1	16.7
30 cm	63.3	71.0	90.9	87.5	24.2	16.9
Pr (>F)	0.8	0.0	0.1	0.1	0.0	0.5

Keterangan: nilai Pr(>F) <0.05 berbeda nyata pada taraf 5%, nilai Pr(>F) <0.01 sangat berbeda nyata pada taraf 5%

Tabel 2. Hasil analisis uji-t tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter tanaman genotipe lokal terhadap percobaan di polibag dan di lahan umur 12 MST

	Jumlah daun	Tinggi tanaman (cm)	Diameter batang (mm)
Rata-rata di polibag	62.5	94.4	21.8
Rata-rata di lahan	77.3	73.8	12.2
Uji-t	tn	tn	*

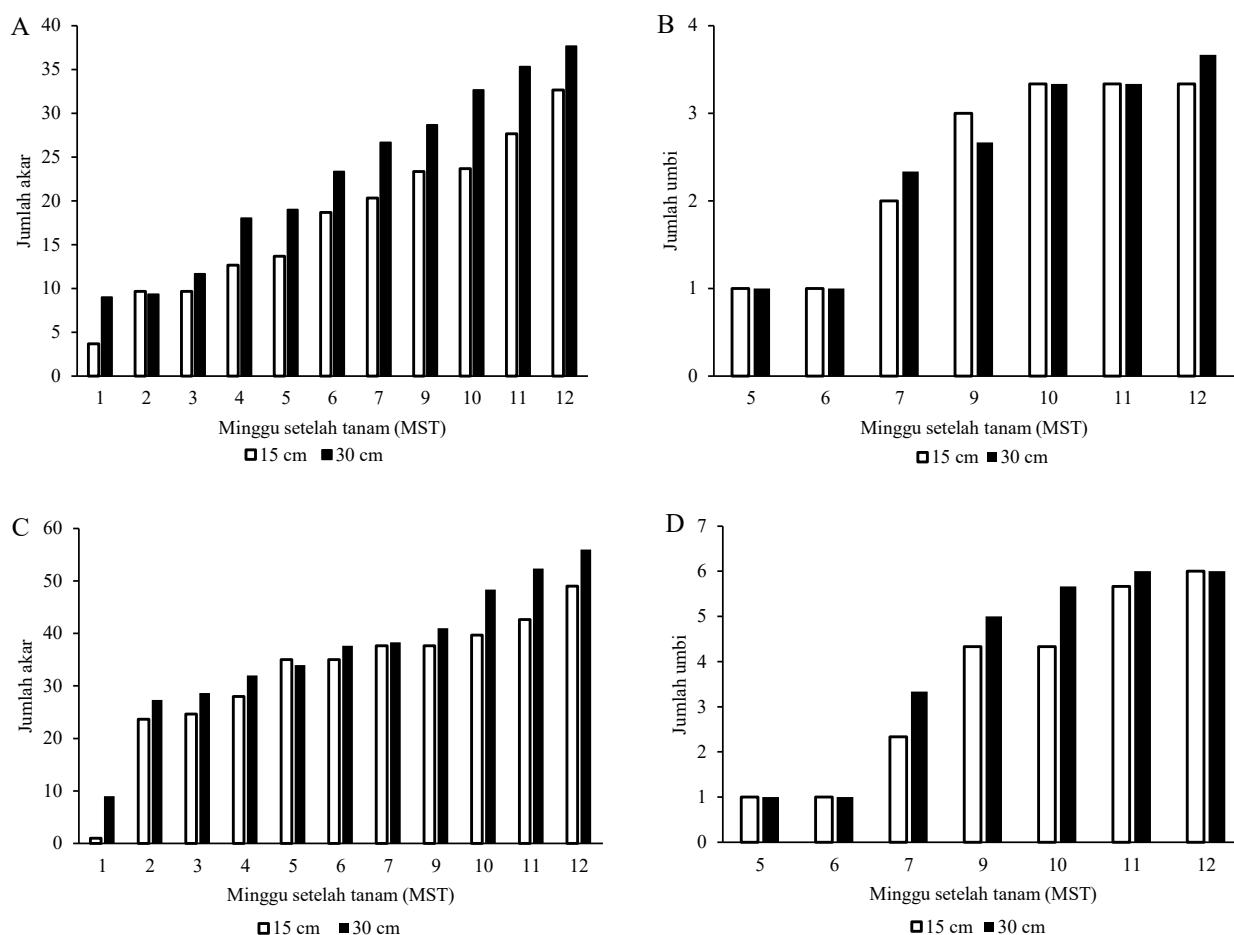
Keterangan: tn: tidak berbeda nyata; *: berbeda nyata

dan node, hanya beberapa yang akan mengalami penebalan sehingga berkembang menjadi umbi. Jumlah akar yang terbentuk pada bagian basal lebih banyak daripada akar yang tumbuh pada bagian nodal (Gambar 1).

Percobaan menunjukkan pengisian umbi terjadi pada kedua jenis akar (basal dan nodal). Pengisian akar menjadi umbi sudah mulai teramati sejak 5 MST. Gambar 2 menunjukkan jumlah umbi yang berkembang dari akar nodal pada perlakuan 1 maupun 2 cenderung sama begitu pula dengan jumlah umbi yang berkembang dari akar basal. Hasil ini berbeda dengan penelitian Prasitsarn *et al.* (2017) yang menunjukkan bahwa jumlah umbi yang terbentuk pada panjang setek 15 cm nyata lebih banyak daripada panjang setek 30 cm. Tabel 3 menunjukkan jumlah umbi basal berkorelasi positif ($r = 0.853$) dengan jumlah umbi nodal dan berkorelasi negatif ($r = -0.844$) dengan jumlah daun. Penelitian ini menunjukkan hasil yang berbeda dari penelitian Chaweevan dan Taylor (2015) bahwa pertumbuhan umbi ubi kayu hanya terjadi pada akar nodal sedangkan pada akar basal, perkembangan akar yang terjadi cenderung tetap dan tidak mengalami penebalan. Hal ini dapat diduga penggunaan varietas dan kondisi



Gambar 1. Arsitektur perakaran ubi kayu genotipe lokal Manggu pada umur 2 BST hasil penanaman di polibag. Akar nodal (1), akar basal (2), umbi yang berkembang dari akar basal (3), umbi yang berkembang dari akar nodal (4), akar lateral (5)



Gambar 2. Pengaruh panjang setek ubi kayu genotipe Manggu terhadap jumlah akar, dan jumlah umbi yang tumbuh dari akar nodal (A dan B), akar basal (C dan D) hasil penanaman di polibag

Tabel 3. Korelasi antar peubah pertumbuhan dan karakter umbi ubi kayu genotipe lokal Manggu pada percobaan di polibag pada 12 MST

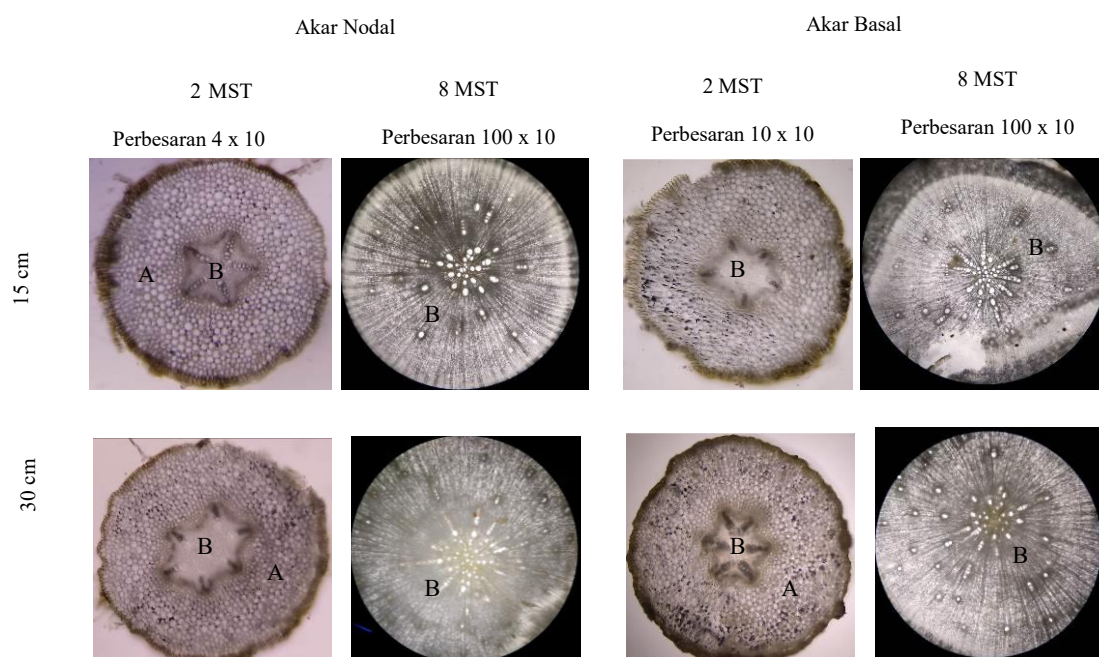
	JT	JUN	JUB	JAN	JAB	PAN	PAB	JD	TT
JUN	0.968*								
JUB	0.956*	0.853*							
JAN	0.206	0.122	0.287						
JAB	0.674*	0.607	0.698	0.338					
PAN	-0.725	-0.816*	-0.560	-0.083	-0.583				
PAB	0.694*	0.764	0.555	0.373	0.637	-0.571			
JD	-0.676*	-0.485	-0.844*	-0.232	-0.576	0.058	-0.288		
TT	0.036	0.076	-0.014	-0.681	-0.093	-0.373	-0.460	0.187	
DT	0.309	0.500	0.061	-0.533	-0.234	-0.507	0.258	0.311	0.437

Keterangan: JT = Jumlah Total Umbi; JUN = Jumlah Umbi Nodal; JUB = Jumlah Umbi Basal; JAN = Jumlah Akar Nodal; JAB = Jumlah Akar Basal; PAN = Panjang Akar Nodal; PAB = Panjang Akar Basal; JD = Jumlah Daun; TT = Tinggi Tanaman; DT = Diameter Tanaman; *: berbeda nyata pada taraf 5%

lingkungan yang berbeda. Panjang akar nodal berdasarkan uji korelasi (Tabel 1) memiliki nilai korelasi yang negatif $r = -0.816$ terhadap jumlah umbi nodal. Adu *et al.* (2018) menyebutkan bobot segar umbi berkorelasi positif dengan panjang akar dengan nilai korelasi $r = 0.79$. Uji korelasi menunjukkan adanya korelasi positif antara jumlah umbi total dengan jumlah umbi yang terbentuk dari akar nodal dan akar basal, jumlah akar basal, panjang akar basal dan berkorelasi negatif dengan jumlah daun. Jumlah umbi dari akar nodal berkorelasi positif dengan jumlah umbi akar basal sedangkan berkorelasi negatif dengan panjang akar nodal. Hal ini menunjukkan semakin panjang akar nodal mengakibatkan semakin sedikit jumlah umbi dari akar nodal yang terbentuk.

Jaringan Korteks dan Stele Akar Ubi Kayu Genotipe Manggu

Pengamatan anatomi akar pada percobaan di polibag dilakukan dengan melakukan pengukuran lebar korteks dan stele pada akar basal dan nodal. Pengukuran dilakukan pada jaringan bagian tengah akar terutama akar yang terlihat mengalami penebalan. Pengukuran dilakukan di bawah mikroskop cahaya yang tersambung ke layar komputer. Hasil analisis varian menunjukkan bahwa perlakuan ukuran setek menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada peubah diameter stele dan lebar korteks. Berdasarkan Gambar 3, tampak bahwa keragaan penampang melintang pada akar basal dan akar nodal baik pada panjang setek 15 cm maupun 30 cm cenderung terlihat sama.



Gambar 3. Keragaan penampang melintang akar nodal dan akar basal pada 2 dan 8 MST dari percobaan di polibag. Bagian korteks (A), bagian stele (B). Pada gambar 8 MST seluruh bidang pandang sudah dipenuhi oleh bagian stele

KESIMPULAN

Biomasa akar pada tanaman ubi kayu pada varietas Manggu terdiri dari akar nodal, akar basal, dan akar lateral pada akar nodal dan akar basal. Pengisian umbi pada ubi kayu terjadi pada akar nodal dan akar basal yang diinisiasi sejak 5 MST. Terdapat korelasi positif pada peubah jumlah akar basal dan akar nodal berdasarkan percobaan di polibag. Perlakuan panjang setek berpengaruh nyata terhadap jumlah daun dan diameter batang sedangkan pada peubah diameter stele dan lebar korteks akar menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Perlakuan ukuran setek menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata pada semua karakter pengamatan percobaan di polibag kecuali diameter batang dan berbeda nyata pada karakter jumlah daun pada percobaan di lahan pada umur 12 MST.

DAFTAR PUSTAKA

- Adu, M.O., P.A. Asare, E.A. Bediako, G. Amenorpe, F.K. Ackah, E. Afutu, M.N. Amoah, D.O. Yawson. 2018. Characterising shoot and root system trait variability and contribution to genotypic variability in juvenile cassava (*Manihot esculenta* Crantz) plants. *Heliyon*. 4:1-28.
- Astiko, W., A. Taqwim, B.B. Santoso. 2018. Pengaruh panjang dan diameter setek batang terhadap pertumbuhan bibit kelor (*Moringa oleifer* Lam.). *J. Sains Tek. Lingk.* 4:120-131.
- Amarullah, D. Indradewa, P. Yudono, B.H. Sunarminto. 2017. Correlation of growth parameters with yield of two cassava varieties. *Ilmu Pertanian* 1:100-104.
- Belehu, T., P.S. Hammes. 2004. Effect of temperature, soil moisture content and type of cutting on establishment of sweet potato cuttings. *African J. Plant Soil* 21:85-89.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2017. Publikasi laporan ekspor-impor 2016. <http://www.bps.go.id> [12 Januari 2018].
- Chipeta, M.M., P. Shanahan, R. Melis, J. Sibiya, I.R.M. Benesi. 2016. Early storage root bulking index and agronomic traits associated with early bulking in cassava. *Field Crops Res.* 198:171-178.
- Chaweewan, Y., N. Taylor. 2015. Anatomical assessment of root formation and tuberization in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Trop. Plant Biol.* 8:1-8.
- [FAO] Food and Agricultural Organization of the United Nations. 2018. Food outlook - Biannual report on global food markets. Rome.
- Hartmann, H.T., D.E. Kester, F.T. Davies, R.L. Geneve. 2002. Plant Propagation: Principles and Practices: 7th edition. Prentice Hall Inc. USA.
- [Kementan] Kementrian Pertanian. 2016. Outlook: Komoditas pertanian sub sektor tanaman pangan ubi kayu. Jakarta (ID): Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementrian Pertanian.
- Li, Y.Z., J.Y. Zhao, S.M. Wu, X.W. Fan, X.L. Luo, B.S. Chen. 2016. Characters related to higher starch accumulation in cassava storage roots. *Sci. Report* 6:19823.
- Marleni. 2010. Pengaruh umur pohon tetua dan jumlah buku stek cabang terhadap pertumbuhan bibit jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Pardales, J.R., D.M. Banoc, A. Yamauchi, M. Iijima, Y. Kono. 1999. Root system development of cassava and sweetpotato during early growth stage as affected by high root zone temperature. *Plant. Prod. Sci.* 2:247-251.
- Prasitsarn, M., A. Polthanee, V. Trelo-ger, R.W. Simmons. 2017. Effects of cutting length and bud removal on root yield and starch content of cassava under rainfed conditions. *Exp. Agric.* 54:336-348.
- Subekti, I., N. Khumaida, S.W. Ardie, M. Syukur. 2018. Evaluasi hasil dan kandungan pati mutan ubi kayu hasil iradiasi sinar gamma generasi M1V4. *J. Agron. Indonesia* 46:64-70.
- Suja, G., K.S. Jhon, J. Sreekumar, T. Srinivas. 2010. Short-duration cassava genotypes for crop diversification in the humid tropics: growth dynamic, biomass, yield and quality. *J. Sci. Food Agric.* 90:188-198.
- Idoko, J.A., P.O. Osang, I. Akaakase. 2017. Effect of vine cutting length and angle of planting on the growth and yield performance of sweet potato in Mukurdi, Southern Guinea, savannah agro-ecological zone of Nigeria. *Novelty J.* 4:1-8.